
(19) **KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE**

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: **1020010036333 A**
(43)Date of publication of application: **07.05.2001**

(21)Application number: **1019990043291**

(71)Applicant: **DONGBU ELECTRONICS CO., LTD.**

(22)Date of filing: **07.10.1999**

(72)Inventor: **SUN, YONG BIN**

(51)Int. Cl **H01L 21/60**

(54) METHOD FOR MANUFACTURING BONDING PAD OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: A method for manufacturing a bonding pad of a semiconductor device is provided to improve reliability of the device using copper as a metal interconnection and to easily adopt a conventional wire bonding method, by preventing a copper pad from being oxidized.

CONSTITUTION: An interlayer dielectric(120) is formed on an integrated circuit structure(110). The interlayer dielectric is patterned to expose an interconnection of the integrated circuit structure and prepare a space where a copper pad(130) is formed. Copper is buried in the space for forming the copper pad to form the copper pad. A cap layer(140) made of a conductive material is formed on the copper pad. A passivation layer(150) is applied on the entire surface of the structure having the cap layer and patterned to expose the cap layer. An annealing process is performed regarding the resultant structure to form an inter-metal compound(140a) in an interface between the cap layer and the copper pad and to form a surface oxide layer(140b) on the cap layer.

COPYRIGHT 2001 KIPO

Legal Status

Date of final disposal of an application (20020417)

Patent registration number (1003465960000)

Date of registration (20020716)

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

특 2001-0036333

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
H01L 21/60

(11) 공개번호 특2001-0036333
(43) 공개일자 2001년05월07일

(21) 출원번호 10-1999-0043291
(22) 출원일자 1999년10월07일
(71) 출원인 동부전자 주식회사 한신혁
서울특별시 강남구 역삼1동 838
(72) 발명자 전용빈
경기도수원시팔달구우만2동현대아파트11-104
(74) 대리인 장성구, 김원준

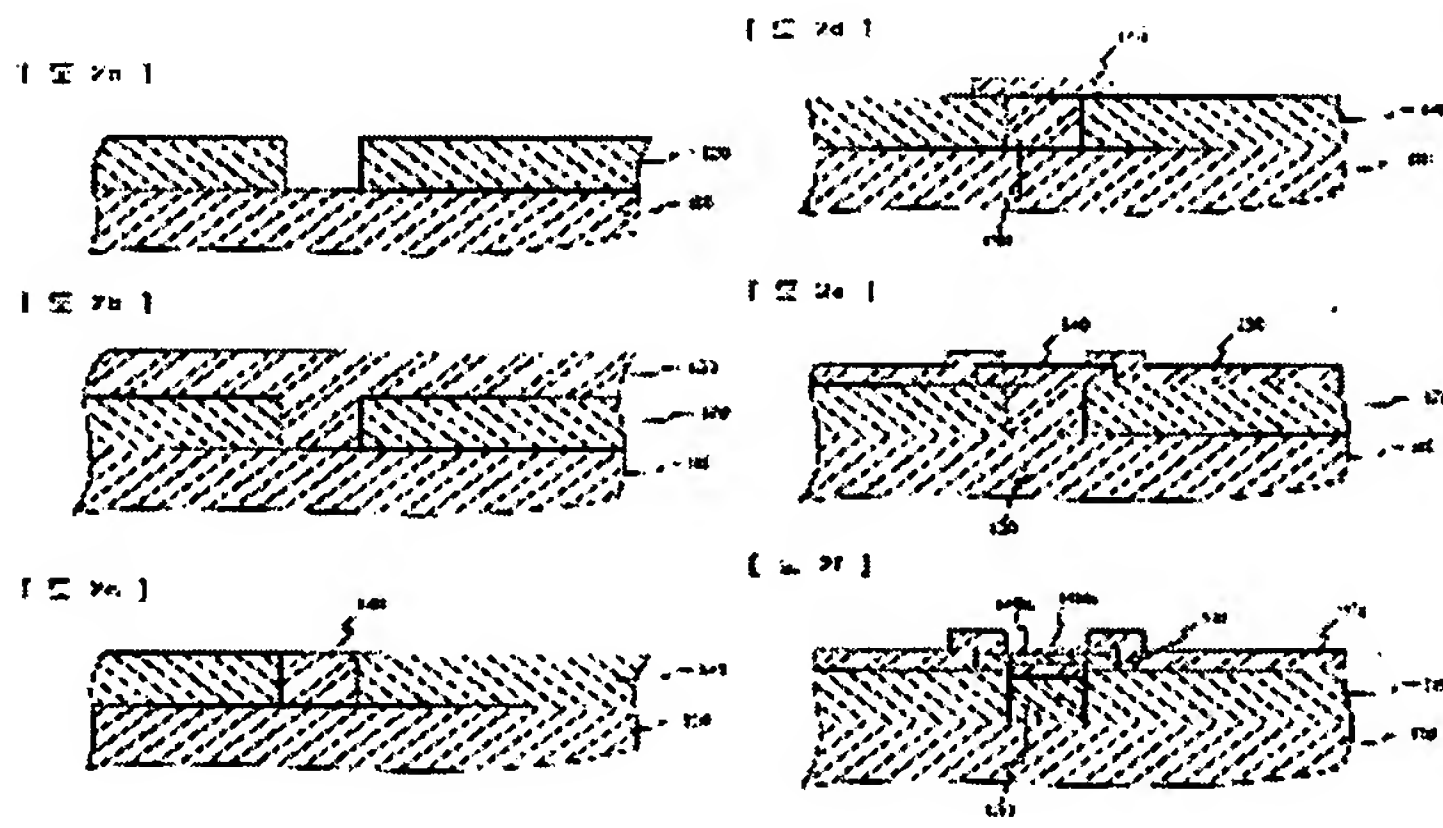
심사청구 : 있음

(54) 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법

요약

본 발명은 반도체 장치의 본딩 패드를 형성하는 방법에 관한 것으로서, 상호 연결 배선에 구리를 사용하는 반도체 장치에서, 구리 상호 연결 배선의 상부에 도전성 재료로 캡층을 형성한 후, 열공정에 의해서 캡층과 구리 상호 연결 배선 사이에는 금속간 화합물을 형성하고, 캡층의 표면은 표면 산화막을 형성하여, 금속간 화합물-캡층-표면 산화막의 3층 구조 또는 금속간 화합물-표면 산화막의 2층 구조에 의해서 구리 상호 연결 배선이 외부로 노출되는 것을 방지함으로써, 구리를 상호 연결 배선으로 사용하는 반도체 장치의 와이어 본딩 형성에도 통상적인 와이어 본딩 기법의 채용이 가능하고, 배선의 신뢰성, 즉, 반도체 장치의 신뢰성을 증진시키도록 한 발명이다.

도면



명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술의 일실시예에 따른 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법을 순차적으로 도시한 공정 단면도,

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법을 도시한 순차 공정도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10, 110 : 집적 회로 구조체 20, 120 : 층간 절연막
30 : 구리 상호 연결 배선 40 : 알루미늄 패드
50, 150 : 보호막 130 : 구리 패드
140 : 캡층 140a : 금속간 화합물
140b : 표면 산화막

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 구리 배선을 상호 연결 배선으로 사용하는 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법에 관한 것이다.

주지하다시피, 알루미늄(Al) 및 그 합금 박막은, 높은 전기 전도도, 견식 식각에 의한 패턴 형성의 우수성, 실리콘 산화막과의 우수한 접착성 및 저렴한 가격으로 인해서, 반도체 장치의 금속 배선으로 널리 사용되어져 왔다.

그러나, 반도체 장치의 집적도가 증가함에 따라서 금속 배선의 선포이 감소되고 있는데, 그와 같은 선포 감소는 알루미늄(Al)의 전기적 물질 이동(Electromigration)이나 스트레스 마이그레이션(stressmigration) 등을 심화시켜서 단선 유발 가능성을 증가시킨다. 그와 같이 고집적화되어 가는 반도체 장치에서는 알루미늄(Al)을 금속배선으로 사용할 경우 단선될 가능성이 커져, 반도체 장치의 신뢰성을 확보하기 어렵게 된다.

더욱이, 반도체 장치가 고집적화되어감에 따라서 배선의 선포이 감소될과 아울러 배선간의 간격도 좁아지므로, 비아홀 또는 컨택홀의 크기도 점점 작아져서, 홀의 증형비(aspect ratio)가 증가되고 있다. 그와 같이 홀의 증형비가 증가되면, 홀 내에서 금속을 매립해서 상호 연결 배선(interconnection)을 형성할 때, 그 상호 연결 배선의 단차 피복성(step coverage)이 저하되므로, 국부적으로 상호 연결 배선이 얇게 형성되고, 그와 같이 상호 연결 배선이 얇게 형성된 부분에서 알루미늄(Al)은 단선될 확률이 매우 높다. 또한, 선포 감소에 따른 저항 증가로 인해서 소자의 성능 저하가 발생된다.

따라서, 그와 같이 종래에 반도체 장치의 금속 배선 재료로 널리 사용되던 알루미늄(Al)을 대체할 금속 재료가 요구되는 바, 그와 같은 알루미늄(Al)을 대체할 금속재료로서 구리(Copper : Cu)가 고려되고 있다. 즉, 구리(Cu)의 경우 알루미늄(Al)에 비해서 비저항이 낮고 전기적 물질이동이나 스트레스 마이그레이션 특성이 우수하므로, 그와 같은 구리를 반도체 장치의 금속 배선으로 채용함으로써, 고집적화되어 가는 반도체 장치의 신뢰성을 증진시킬 것으로 기대되고 있다.

한편, 상호 연결 배선을 형성할 때, 상호 연결 배선을 외부(예를 들어, 전원 공급 장치)와 전기적으로 접속하기 위해서, 상호 연결 배선의 최상부에서 본딩 패드(bonding pad) 영역을 외부로 노출시키는데, 그와 같이 노출된 부분은 상호 연결 배선 및 본딩 패드로 이용되게 된다.

종래에는 그와 같은 구리 패드에 웨지 본딩(wedge bonding)이나 초음파 본딩(ultrasonic bonding) 등과 같은 기법을 이용해서 와이어 본딩을 수행했다.

그러나, 그와 같은 종래의 본딩 기법에서는 상호간에 접착(즉, 금속간 결합)을 위해서, 본딩 패드에 대한 본딩 와이어의 마찰이 요구되는 바, 알루미늄 패드에 대한 알루미늄(Al) 와이어나 금(Au) 와이어의 접착에는 적합할 지 모르나, 구리 패드에 대한 금 와이어나 알루미늄 와이어의 접착에는 부적합하다.

왜냐하면, 그와 같은 종래의 본딩 방법에서 구리는 쉽게 산화되어 비교적 두꺼운 구리 산화물을 형성하는데, 그와 같은 구리 산화물은 절연체로서 구리(Cu), 알루미늄(Al), 금(Au)등과 같은 본딩 재료 간의 금속 결합을 저해하므로, 본딩 패드로서의 기능을 상실하게 되기 때문이다.

따라서, 구리를 상호 연결 배선으로 사용하는 반도체 장치에서, 와이어 본딩시 통상적인 와이어 본딩 기법을 채용하기 위해서는, 와이어 본딩 도중 구리 패드가 산화되는 것을 방지할 수 있는 기법이 요구되었다.

따라서, 종래에는 그와 같이 와이어 본딩을 형성할 때 구리 패드가 노출되는 것을 방지하기 위해서, 구리 상호 연결 배선의 상부에 알루미늄 패드를 형성하는 기법이 이용되었는 바, 도 1을 참조해서 개략적으로 설명하면 다음과 같다.

먼저, 도 1a에 도시된 바와 같이 집적 회로 구조체(10)의 상부에 다마신 공정(damascene) 공정에 의해서 종간 절연막(20)에 의해서 분리된 구리 상호 연결 배선(30)을 형성한다.

그 다음 도 1b를 참조하면, 구리 상호 연결 배선(30)이 형성된 구조체의 상부 전면에 알루미늄(Al)을 적층해서 알루미늄층을 형성한 후, 포토리소그래피 기법에 의해서 그 알루미늄층을 패터닝함으로써, 알루미늄 패드(40)를 형성한다.

다시 도 1c를 참조하면, 알루미늄 패드(40) 및 종간 절연막(20)의 상부 전면에 절연체를 적층해서 보호막(passivation layer)(50)을 형성한 다음, 그 보호막(50)을 통상적인 포토리소그래피 기법에 의해서 패터닝함으로써, 알루미늄 패드(40)를 노출시킨다. 그와 같이 노출된 알루미늄 패드(40)에는 와이어 본딩이 형성될 것이다.

종래에는 상술한 바와 같이, 상호 연결 배선의 형성에는 구리를 사용하되, 패드에는 알루미늄을 사용함으로써, 구리의 높은 산화도에 기인한 문제점을 해소하였다.

그러나, 상술한 종래의 방법은, 알루미늄 패드의 두께가 얇을 경우(예를 들어, 100 Å 이하), 후속하는 열 공정에서 패드를 이루는 알루미늄이 구리 배선 내로 확산되고, 그와 같은 확산이 심화될 경우 알루미늄 패드를 통해서 국부적으로 구리 배선이 노출될 수 있는 문제점이 있어, 확실히 구리 배선의 산화를 방지할 수는 없다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은 상술한 점에 착안해서 안출된 것으로서, 와이어 본딩 공정을 수행하는 도중 표면이 산화되는 것을 방지할 수 있는 구리 패드 형성 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.

상술한 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에서는, 구리를 금속 배선으로 사용하는 반도체 장치의 본딩 패드를 형성하는 방법에 있어서, 집적 회로 구조체의 상부에 층간 절연막을 형성하는 단계; 상기 집적 회로 구조체의 상호 연결 배선이 노출되도록 상기 층간 절연막을 패터닝해서 구리 패드 형성 공간을 마련하는 단계; 상기 구리 패드 형성 공간에 구리를 매립해서 구리 패드를 형성하는 단계; 상기 구리 패드의 상부에 도전성 재료로 이루어진 캡층을 형성하는 단계; 상기 캡층이 형성된 구조체의 상부 전면에 보호막을 도포하고, 상기 보호막을 패터닝해서 상기 캡층을 노출시키는 단계; 상기 과정에 의해서 완성된 구조체에 열공정을 수행해서 상기 캡층과 상기 구리 패드의 계면에 금속간 화합물을 형성하고, 상기 캡층의 표면에는 표면 산화막을 형성하는 단계를 포함해서 이루어지는 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법을 제공한다.

발명의 구성 및 작용

이하, 첨부된 도 2를 참조해서, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법에 대해서 상세히 설명하면 다음과 같다.

이때, 본 발명의 핵심 기술 사상은, '상호 연결 배선에 구리를 사용하는 반도체 장치에서, 구리 상호 연결 배선의 상부에 도전성 재료로 캡층을 형성한 후, 열공정에 의해서 캡층과 구리 상호 연결 배선 사이에는 금속간 화합물을 형성하고, 캡층의 표면은 표면 산화막을 형성하여, 금속간 화합물-캡층-표면 산화막의 3중 구조 또는 금속간 화합물-표면 산화막의 이중 구조에 의해서 구리 상호 연결 배선이 외부로 노출되는 것을 방지하므로써, 구리를 상호 연결 배선으로 사용하는 반도체 장치의 와이어 본딩 형성에도 통상적인 와이어 본딩 기법의 채용이 가능하고, 배선의 신뢰성, 즉, 반도체 장치의 신뢰성을 증진시키도록 한 점'에 있는 바, 후술하는 실시예는 그와 같은 핵심 기술 사상으로부터 이해해야 할 것이다.

이하, 후술하는 설명에서 참조하게 될 도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법을 도시한 순차 공정도이다. 이때, 본 발명에 대한 이해를 돕기 위해서, 도 1에서 10번째 참조 번호를 부여한 것과는 구별되게, 본 발명에 따른 순차 공정이 도시된 도 2에서는 100번째의 참조 번호를 부여한다.

도 2a를 참조하면, 집적 회로 구조체(110)의 상부에, 통상적인 적층 기법을 사용해서 절연체를 적층함으로써, 층간 절연막(120)을 형성한다. 이때, 통상적인 적층 기법에는 물리적/화학적 기상 증착법(PVD : physical vapor deposition/ CVD : chemical vapor deposition)이나 스프인 온(spin-on) 기법 등을 예로 들 수 있고, 절연체로는 산화막, 질화막, 폴리머, 스프인 온 글래스(spin-on-glass) 등을 예로 들 수 있다. 또한, 층간 절연막(120)은 현재 상태에서는 층간 절연막은 아니지만 후속하는 공정에서 절연막의 상부에 형성되는 구리 배선과의 층간 절연막으로 사용될 것이므로, 편의상 층간 절연막이라 칭한다.

한편, 집적 회로 구조체(110)는 집적 회로 소자가 형성된 반도체 기판으로 이루어질 것이며, 집적 회로 소자는 필드 산화막에 의해서 분리된 반도체 영역 내에 도핑 영역을 포함할 것이다. 또한, 집적 회로 구조체(110)는 그와 같은 집적 회로 소자의 상부에 층간 절연막을 통해서 층간에 상호 절연되는 한 층 또는 그 이상의 층을 이루는 금속 배선이 형성될 것이고, 그 금속 배선들은 층간 절연막을 관통해서 층들간에 상호 접속을 이루는 상호 연결 배선을 구비할 것이다.

이어서, 통상적인 포토리소그래피(photolithography) 기법에 의해서 층간 절연막(120)을 패터닝함으로써, 구리 패드를 형성하기 위한 공간을 마련한다. 이때, 도 2a에서는 편의상 하나의 상호 연결 배선이 형성될 공간만을 도시하였으나, 실제로는 형성하고자 하는 숫자 만큼의 구리 패드 형성 공간이 마련될 것이다. 또한, 층간 절연막(120)의 패터닝으로 형성된 구리 패드 형성 공간에는 집적 회로 구조체(110)에 구비되는 금속 배선(예를 들어, 상호 연결 배선)이 노출될 것이다.

도 2b를 참조하면, 블랭킷 침적(blanket deposition) 등의 기법에 의해서 구리 패드 형성 공간에 의해서 노출되는 집적 회로 구조체(110) 및 패터닝된 층간 절연막(120)의 상부 전면에 구리(copper)를 적층해서 구리막(130')을 형성한다. 이때, 적층된 구리막(130')의 두께는, 구리 패드 형성 공간이 충분히 매립될 수 있을 정도의 두께로 형성하는 것이 바람직할 것이다.

도 2c를 참조하면, 식각제 또는 화학적 기계 연마법(CMP : chemical mechanical polishing) 등으로 에치 백(etch back) 공정을 수행해서, 층간 절연막(120)의 표면까지 구리막(130')을 제거함으로써, 구리 패드(130)를 형성한다.

도 2d를 참조하면, 스퍼터링(sputtering)과 같은 통상적인 금속 적층 기법을 사용해서, 구리 상호 연결 배선(130)을 포함한 층간 절연막(120)의 상부 전면에 도전성 금속을 적층해서 캡층(cap layer)(140)을 형성한다.

이때, 캡층(140)의 두께는 30~500 Å의 두께 범위로 형성하는 것이 바람직할 것이다. 즉, 캡층(140)을 형성하는 재료는 후속하는 분위기 제어 열공정(예를 들어, 산화 분위기 열공정)시 구리 상호 연결 배선(130) 내로 확산되어 들어갈 확률이 높기 때문에, 캡층(140)의 두께를 30 Å 이내의 두께로 형성할 경우 구리 상호 연결 배선(130)의 상부에 형성된 캡층(140)의 두께가 얇아져서 구리 상호 연결 배선(130)이 외부로 노출될 수도 있다. 따라서, 캡층(140)의 두께는 적어도 30 Å 이상으로 형성하는 것이 바람직할 것이다. 또한, 500 Å까지로 두께 범위를 확대한 것은 와이어 본딩시 공정 변수가 기존의 조건(전력, 온도, 압력 등)에서 크게 벗어나지 않아도 요구되는 결합 강도를 확보하기 위해서이다.

한편, 캡층(140)은, 통상적으로 반도체 공정에서 사용되는 금속 배선, 예를 들어, 금(Au), 알루미늄(Al) 등과 같은 재료를 사용할 수 있으며, 보다 바람직하게는, 통상적인 와이어 본딩 기법에 의해서 널리 사용되어 그 신뢰성이 입증된 알루미늄(Al)을 사용하는 것이 보다 바람직할 것이다.

그 다음, 캡층(140)을 통상적인 포토리소그래피 기법에 의해서 패터닝하여, 구리 패드(130)의 상부에만

캡층(140)이 남도록 패터닝한다. 이때, 구리 패드(130)의 테두리가 노출될 수도 있는 것을 방지하기 위해, 캡층(140)의 넓이를 구리 패드(130)의 표면보다 넓게 형성하는 것이 보다 바람직할 것이다.

도 2a를 참조하면, 통상적인 절연체 침적 기법(예를 들어, CVD 또는 스퍼 온 기법)에 의해서, 패터닝된 캡층(140)을 포함한 층간 절연막(120)의 상부 전면에 절연체를 적층하여 보호막(150)을 형성한 후, 포토 리소그래피 기법에 의해서 보호막(150)을 패터닝해서 캡층(140)을 노출시킨다. 이때, 보호막(150)은 후속하는 공정동안 상술한 과정에 의해서 형성된 구조체가 화학적 물리적으로 손상되는 것을 방지할 것이다. 또한, 보호막(150)의 패터닝에 의해서 노출된 캡층(140)의 범위는 본딩 패드 영역이 될 것이다.

도 2a를 참조하면, 소정 온도(예를 들어, 250~450℃ 범위내의 소정 온도)에서 열공정을 수행하여, 캡층(140)과 구리 패드(130)의 계면에 확산 방지막(140a)을 형성하고, 캡층(140)의 표면에 표면 산화막(140b)을 형성한다.

즉, 상술한 온도 범위에서 분위기 제어 열공정을 수행하면, 캡층(140)을 형성하는 재료(예를 들어, 알루미늄)와 구리 패드(130)의 계면에 위치한 구리가 반응해서 금속간 화합물(예를 들어, Al-Cu 화합물)을 이루게 되고, 그와 같은 금속간 화합물은 후속하는 열공정에서 캡층(140)을 이루는 재료가 구리 패드(130)로 확산되는 것을 지연시킬 것이다.

그리고, 그와 같은 분위기 제어 열공정에 의해서, 외부로 노출된 캡층(140)의 상부는 열산화되어 표면 산화막(예를 들어, 캡층을 알루미늄(Al)으로 형성한 경우 알루미나(Al_2O_3))(140b)을 이룬다. 이때, 표면 산화막(140b)은, 후속하는 공정이 진행되는 동안, 캡층(140), 금속간 화합물(140a), 구리 패드(130)로 이루어지는 3층 구조 또는 상술한 2층 구조의 본딩 패드가 화학적 또는 물리적으로 오염되거나 손상되는 것을 방지하며, 와이어 본딩을 형성할 때 깨져서 용이하게 제거되어 물리적인 금속 결합은 강하게 된다.

발명의 효과

상술한 본 발명에 따르면, 구리 패드의 산화를 방지할 수 있어, 구리를 금속 배선으로 사용하는 반도체 장치의 신뢰성을 증진시킬 수 있고, 와이어 본딩 형성시 통상적인 와이어 본딩 기법을 용이하게 채용할 수 있는 효과가 있다.

(5) 청구의 범위

청구항 1. 구리를 금속 배선으로 사용하는 반도체 장치의 본딩 패드를 형성하는 방법에 있어서,

집적 회로 구조체의 상부에 층간 절연막을 형성하는 단계;

상기 집적 회로 구조체의 상호 연결 배선이 노출되도록 상기 층간 절연막을 패터닝해서 구리 패드를 형성할 공간을 마련하는 단계;

상기 구리 패드 형성 공간에 구리를 매립해서 구리 패드를 형성하는 단계;

상기 구리 패드의 상부에 도전성 재료로 이루어진 캡층을 형성하는 단계;

상기 캡층이 형성된 구조체의 상부 전면에 보호막을 도포하고, 상기 보호막을 패터닝해서 상기 캡층을 노출시키는 단계;

상기 과정에 의해서 완성된 구조체에 열공정을 수행해서 상기 캡층과 상기 구리 패드의 계면에 금속간 화합물을 형성하고, 상기 캡층의 표면에 표면 산화막을 형성하는 단계;

를 포함해서 이루어지는 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법.

청구항 2. 제 1 항에 있어서, 상기 캡층은,

30~500Å의 두께 범위 내에서 형성되는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법.

청구항 3. 제 2 항에 있어서, 상기 캡층은,

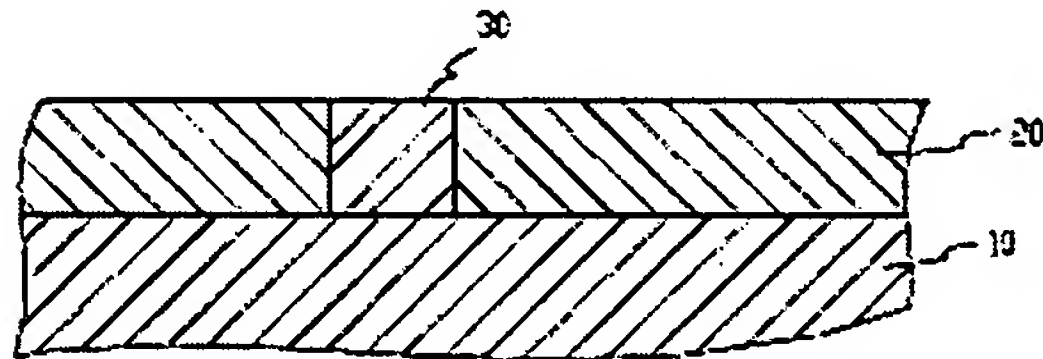
알루미늄으로 형성하는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법.

청구항 4. 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 열공정은,

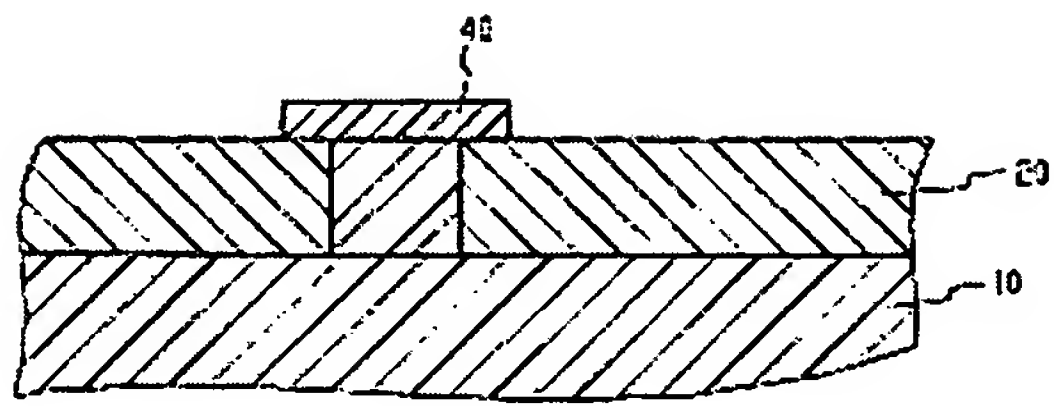
250~450℃의 온도 범위에서 수행되는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 본딩 패드 형성 방법.

도면

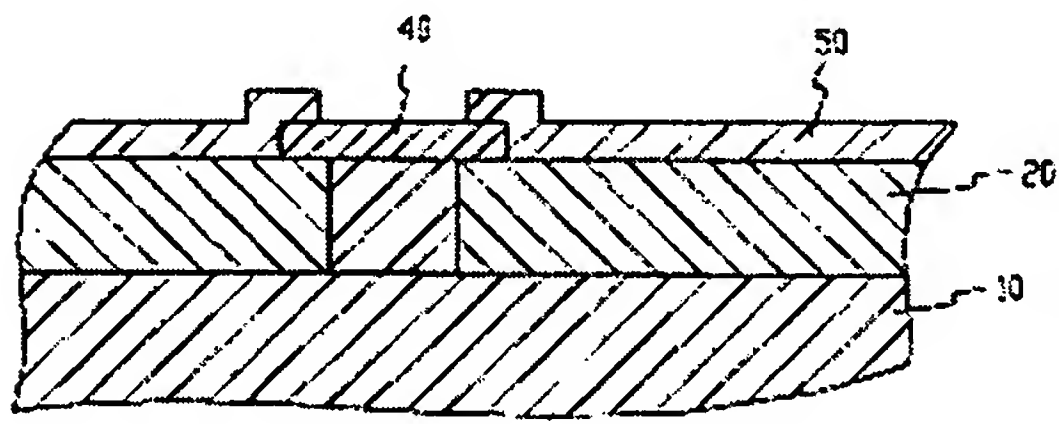
도면a



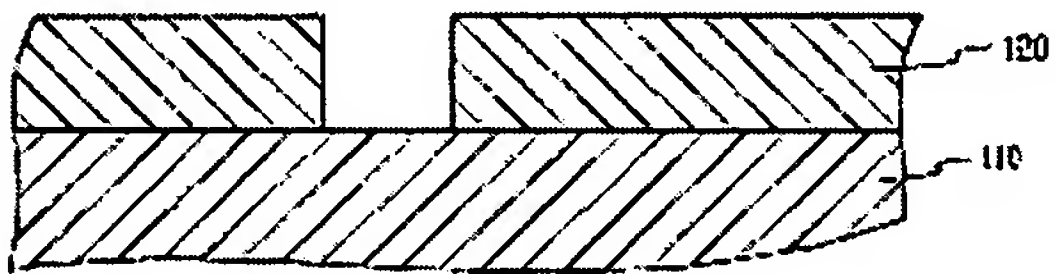
도면b



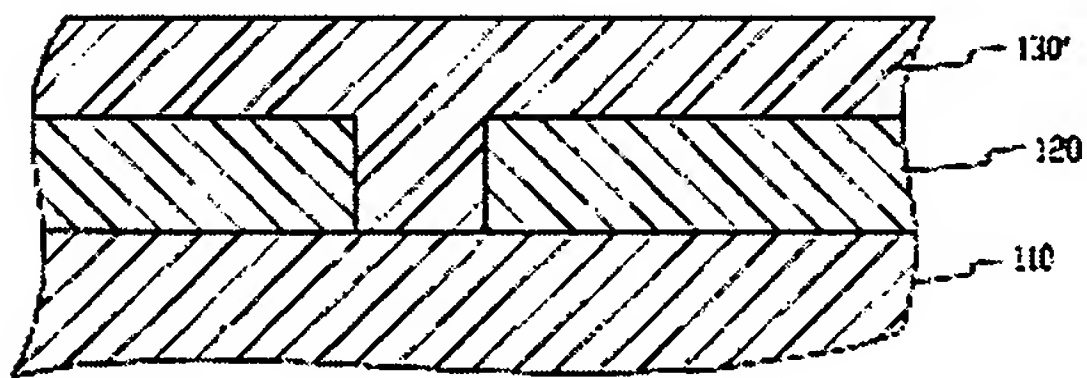
도면b



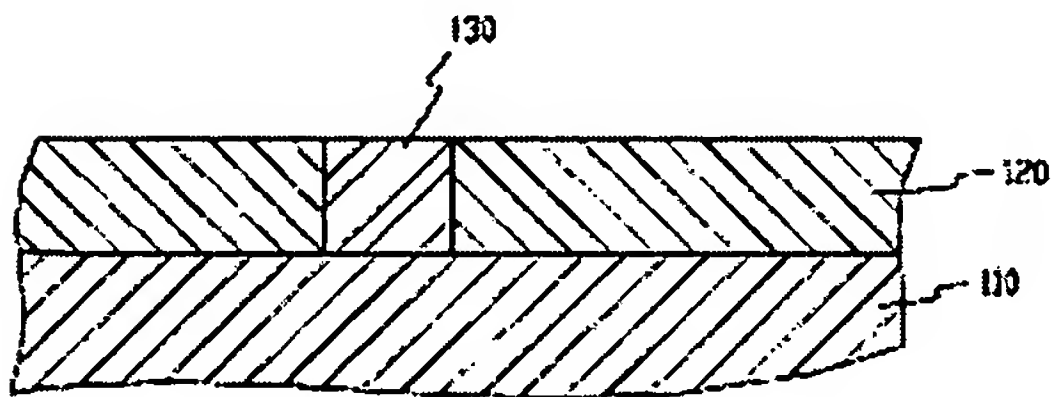
도면b



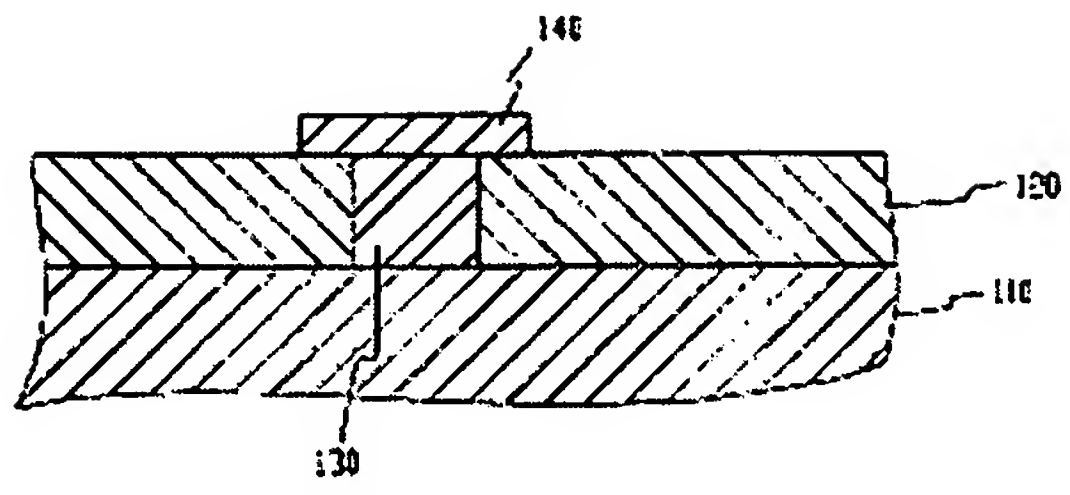
도면b



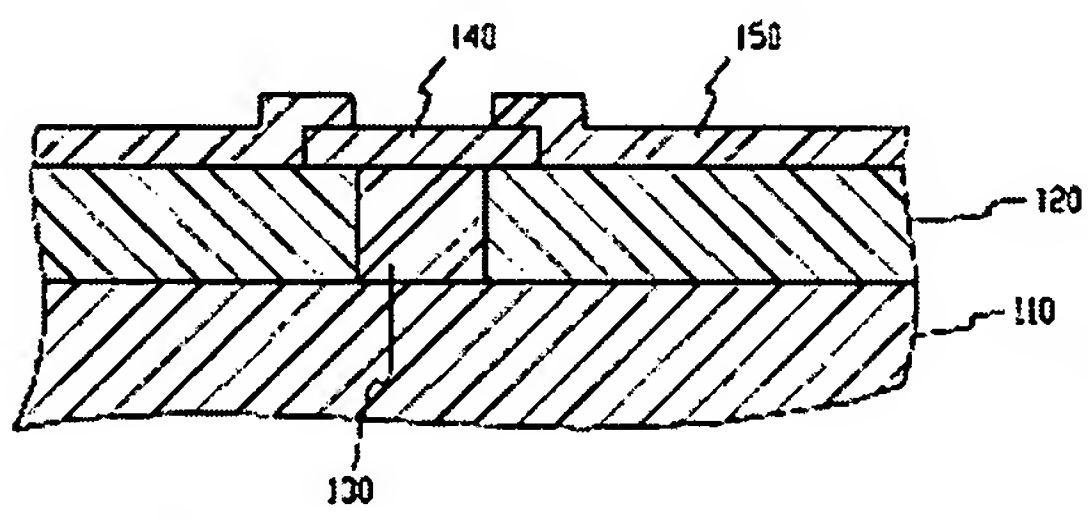
도면b



도 2a



도 2b



도 2c

